บทที่ 3

ผลการทดลอง

1. ผลการศึกษาวงชีวิต (life cycle) ของซูโอแทมเนียม (Zoothamnium sp.) ในบ่อเพาะลูกกุ้งกุลาดำ

1.1 การแตกออกจากซีส (Cyst) และการแบ่งตัว

ซีสของซูโอแทมเนียมติดมากับไข่ไรน้ำเค็ม มีลักษณะกลม ผนัง 2 ชั้น ติดอยู่บนก้าน (Stalk), ปาก (Peristome), ที่อยู่ส่วนหน้า (Anterior end) จะปิด (รูปที่ 3) เมื่อซีสที่ติดมากับเปลือกไรน้ำเค็มได้รับความชื้น (เพราะการเพาะฟักไรน้ำเค็ม) เป็นระยะเวลาประมาณ 36 – 48 ชั่วโมง ซูโอแทมเนียมจะแตกออกจากซีส หลังจากนั้นช่องว่างที่บรรจุอาหาร (food vacuole) ถูกสร้างขึ้นภายในเซล ปากเริ่มเปิดขนที่อยู่รอบ ๆ ปากจะโบกพัดในระยะนี้ซูโอแทมเนียมไม่มีการยืดหดเซลก้าน (Stalk) ยาวมากขึ้นเรื่อย ๆ เมื่อตัวเซล (Trophont หรือ zooid) และก้านมีความยาว 200 – 250 ไมครอน Myoneme หรือ Spasmoneme หรือ Stalk-muscle ถูกสร้างขึ้นภายในก้าน โดยเจริญมาจากส่วน scopula ของเซล Myoneme เป็นกล้ามเนื้อที่ทำหน้าที่เกี่ยวกับประสาท (Neuro - muscular) หลังจากที่ซูโอแทมเนียมแตกออกจากซีสเป็นเวลา 12 – 15 ชั่วโมง เซลของซูโอแทมเนียมจะเริ่มแบ่งตัวโดยปากจะปิดนิวเคลียส (Nucleus) และช่องว่างบรรจุอาหารมองเห็นได้ไม่ชัดเจน เซลขยายขนาดให้ใหญ่ขึ้นกว่าเดิมเกือบ 2 เท่าของเซลเดิม ดังรูปที่ 4

ตำแหน่งของเซลของซูโอแทมเนียมที่จะมีการแบ่งตัวมีลักษณะคล้ายรอยย่นมีผนังบาง ๆ เจริญจากด้านปาก (oral end) ลงมายังด้านที่อยู่ตรงข้ามกับส่วนปาก (aboral end) ทำให้เซลเดิมถูกแบ่งออกเป็น 2 ส่วน มีขนาดใกล้เคียงกันมาก Myoneme

แยกออกเป็น 2 ส่วนในลักษณะ dichotomous ภายในก้านอันเดียวกัน หลังจากนั้นมีการพัฒนาส่วนปากขึ้นก่อนส่วนอื่นอย่างเห็นได้ชัดภายในเวลา 5 นาที ขน (cilia) ที่อยู่ภายในปากเริ่มเคลื่อนไหว อวัยวะต่าง ๆ ภายในเซลของซูโอแทมเนียมจะเริ่มมีการพัฒนาขึ้นเรื่อย ๆ เมื่อเซลที่แบ่งได้ใหม่ทั้ง 2 เซลมีอวัยวะต่าง ๆ พัฒนาจนเหมือนเซลเดิม เซลทั้ง 2 ของซูโอแทมเนียมแยกออกจากกันโดยเริ่มแยกจากส่วนปาก (Oral end) ลงมายังด้านที่อยู่ตรงกันข้ามกับส่วนปาก เซลของซูโอแทมเนียมใช้เวลาในการแบ่งเซลประมาณ 1 – 2 ชั่วโมง เซลที่แบ่งได้ใหม่ทั้ง 2 เซล มีขนาดกว้าง 32 ไมครอน สูง 41 ไมครอน ซึ่งเซลทั้ง 2 ที่แบ่งได้ใหม่นี้จะยังคงติดอยู่บนโคโลนีเดิม การแบ่งเซลของซูโอแทมเนียมนี้เรียกว่า longitudinal fission เซลที่แบ่งได้เรียกว่า nutritive zooids จะเพิ่มขนาดให้ใหญ่ขึ้นกว่าเดิมเมื่อเวลาผ่านไป 7 – 8 ชั่วโมง เซลเหล่านี้จะมีการแบ่งเซลโดยวิธี longitudinal fission อีกครั้งได้เซลใหม่เพิ่มขึ้นและจะแบ่งเซลต่อไปเรื่อย ๆ ได้โคโลนีใหญ่ขึ้นต่อไป การแบ่งเซลของซูโอแทมเนียมในบ่อกุ้งกุลาดำนี้จะมีการแบ่งเซลจากเซลที่อยู่ทางด้านขวามือก่อนเซลที่อยู่ทางด้านซ้ายมือทุกครั้งได้กิ่งก้านเพิ่มขึ้น ดังรูปที่ 14

1.2 <u>การเปลี่ยนรูปของเซล nutritive zooid เป็นเซลซิลิโอสปอร์ (Ciliospore) การลงเกาะและการแบ่งเซลของซิลิโอสปอร์</u>

เมื่อโคโลนีของซูโอแทมเนียมเจริญเต็มที่ เซล nutritive zooids ที่อยู่ในตำแหน่งยอด (Apical) ของแต่ละกิ่งก้านจะเปลี่ยนรูปไปเป็นเซลสืบพันธุ์แบบไม่ใช้เพศ (Asexual propagation) เรียกซิลิโอสปอร์ (Ciliospore)

เซล nutritive zooids ที่จะเปลี่ยนรูปไปเป็นซิลิโอสปอร์มีก้าน (Stalk) ของเซลยาวกว่าเซล nutritive zooids ที่อยู่ข้างเคียง ดังรูปที่ 5 ส่วนโคนกรวยของเซล nutritive zooid มีรอยยับและเซลจะหดสั้นเข้าเรื่อย ๆ ทั้งทางด้านปากและด้านที่อยู่ตรงข้ามกับปาก ดังรูปที่ 6 ทำให้ได้เซลซิลิโอสปอร์ซึ่งมีลักษณะคล้ายกรวย

สั้น ๆ แบนทางด้านปากและด้านตรงข้ามกับปาก นูนออกทางด้านข้าง ถ้ามองดูทางด้านข้างจะเห็นมีลักษณะคล้ายกับมีเข็มขัดคาดอยู่รอบ ดังรูปที่ 7 จะเห็นขนเคลื่อนไหวอยู่ทางด้านล่างได้อย่างชัดเจน รูปที่ 8 ซึ่งขนนี้จะใช้ในการพัดโบกช่วยในการว่ายน้ำ เมื่อเซลซิลิโอสปอร์หลุดออกจากโคโลนีเดิม รูปที่ 9, 15 เซลซิลิโอสปอร์นี้มีขนาดประมาณ 30 – 35 ไมครอน

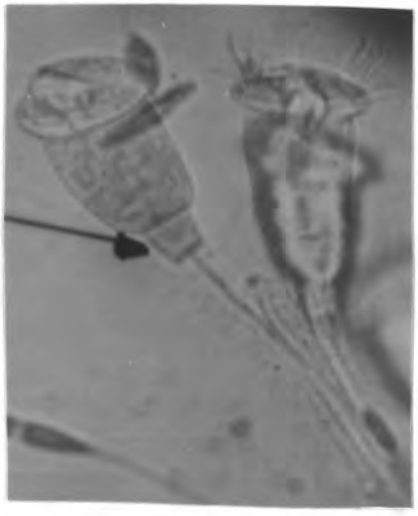
เมื่อเซลซิลิโอสปอร์หลุดออกจากโคโลนีแม่จะเคลื่อนที่ไปรอบ ๆ บริเวณนี้เป็นเวลาหลายชั่วโมง หลังจากนี้เซลซิลิโอสปอร์จะเริ่มเฉื่อยชา ลงเกาะโดยใช้ด้าน Scopula ที่อยู่ด้านตรงกันข้ามกับปาก เกาะติดกับพื้นหรือสิ่งมีชีวิตอื่น ๆ ที่อยู่ในบ่อเพาะลูกกุ้งกุลาดำนั้นรวมทั้งลูกกุ้งด้วย ดังรูปที่ 10 ขนที่อยู่ส่วนเข็มขัดคาดหยุดเคลื่อนไหวและหายไป เซลซิลิโอสปอร์เริ่มสร้างก้านให้ยาวออกไปเรื่อย ๆ เซลเริ่มขยายใหญ่ขึ้นทั้งทางด้านกว้างและด้านสูงทำให้มองดูคล้ายรูปกรวย ก้านที่สร้างขึ้นมานี้มีลักษณะบางใส เซลและก้านยังยืดหดไม่ได้ เมื่อก้านมีขนาดยาว 200 – 280 ไมครอน เซลหยุดสร้างก้านแต่ส่วนฐานของเซลจะขยายให้กว้างขึ้น เริ่มสร้าง Myoneme ซึ่งเป็นกล้ามเนื้อที่ทำหน้าที่เกี่ยวกับประสาท เส้น Myoneme นี้ถูกสร้างขึ้นเรื่อย ๆ จนเต็มก้าน หลังจากนั้นเซลจะเริ่มยืดหดได้ ดังรูปที่ 11

หลังจากที่เซลซิลิโอสปอร์ลงเกาะได้เป็นเวลาประมาณ 15 ชั่วโมง ซูโอ–แทมเนียมมีขนาด 480 – 540 ไมครอน เซลจะมีการแบ่งตัวแบบ longitudinal fission โดยเซลเริ่มขยายใหญ่ขึ้นมีขนาดเกือบ 2 เท่าของเซลเดิม ปิดส่วนปากอวัยวะต่าง ๆ ที่อยู่ภายในเซลมองเห็นได้ไม่ชัดเจน ตำแหน่งที่จะมีการแบ่งเซลมีรอยย่น หลังจากนั้นจะมีผนังบาง ๆ มาแบ่งกั้นเซลของซูโอแทมเนียมออกเป็น 2 ส่วน โดยเริ่มกั้นจากด้านปากลงมายังด้านที่อยู่ตรงข้ามกับปาก Myoneme แบ่งแยกออกเป็น 2 ส่วน ในลักษณะ dichotomous ภายในก้านเดียวกัน รูปที่ 12 และรูปที่ 16

เมื่อเซลแยกออกเป็น 2 เซลแล้ว ก้านจะแบ่งแยกออกเป็น 2 กิ่งก้าน ส่วนปากของเซลที่แบ่งได้ใหม่พัฒนาก่อนส่วนอื่นอย่างเห็นได้ชัด ชนที่อยู่ภายในปากของเซลเริ่มพัดโบก เซลที่แบ่งได้ใหม่มีขนาดกว้าง 36 ไมครอน และสูง 42 ไมครอน การแบ่งเซลของซูโอแทมเนียมจะแบ่งต่อกันไปเรื่อย ๆ โดยเริ่มแบ่งเซลที่อยู่ทางด้านขวามือก่อนเซลที่อยู่ทางด้านซ้ายมือทำให้ได้เซลเพิ่มขึ้นเรื่อยเป็นโคโลนีใหญ่ต่อไป ดังรูปที่ 13, 14 และรูปที่ 16

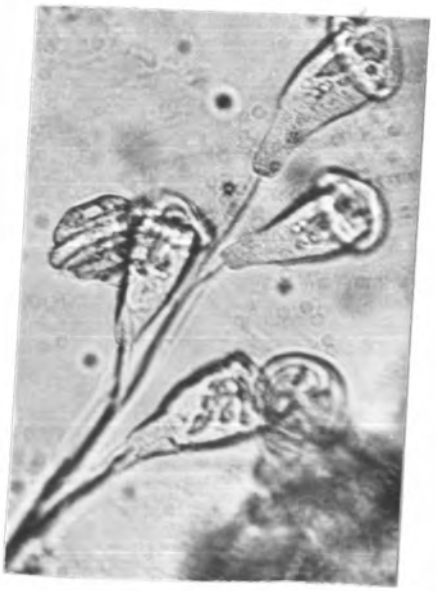
รูปที่ 3 ภาพถ่ายซีสของซูโอแทมเนียมที่เกาะบนเปลือกไรน้ำเค็ม กำลังขยาย 10 x 10

รูปที่ 4 ภาพถ่ายการแบ่งเซลในโคโลนีของซูโอแทมเนียม กำลังขยาย 10 x 40



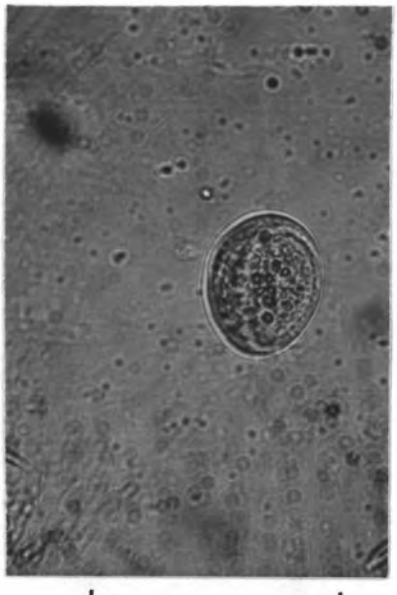
รูปที่ 5 ภาพถ่ายเซล mutritive zooid เปลี่ยนรูปเป็นซิลิโอสปอร์ กำลังขยาย 10 x 40

รูปที่ 6 ภาพถ่ายเซล mutrive zooid หดส่วนท้ายของเซลให้สั้นเข้าเป็นซิลิโอสปอร์ กำลังขยาย 10 x 40

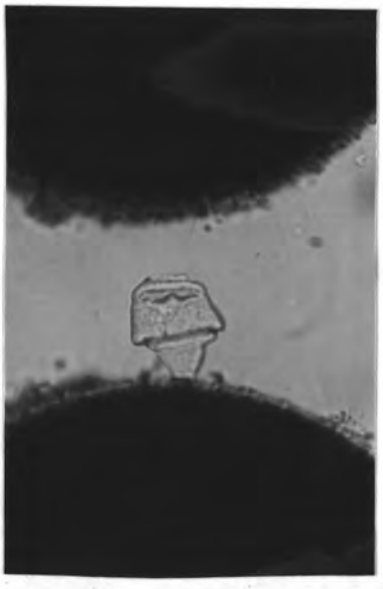


รูปที่ 7 ภาพถ่ายด้านข้างของซิลิโอสปอร์ที่อยู่บนโคโลนี กำลังขยาย 10 x 40

รูปที่ 8 ภาพถ่ายด้านล่างของซิลิโอสปอร์ที่อยู่บนโคโลนี
กำลังขยาย 10 x 40



รูปที่ 9 ภาพถ่ายของซิลิโอสปอร์ที่หลุดออกจากโคโลนีว่ายน้ำเป็นอิสระ
กำลังขยาย 10 x 40

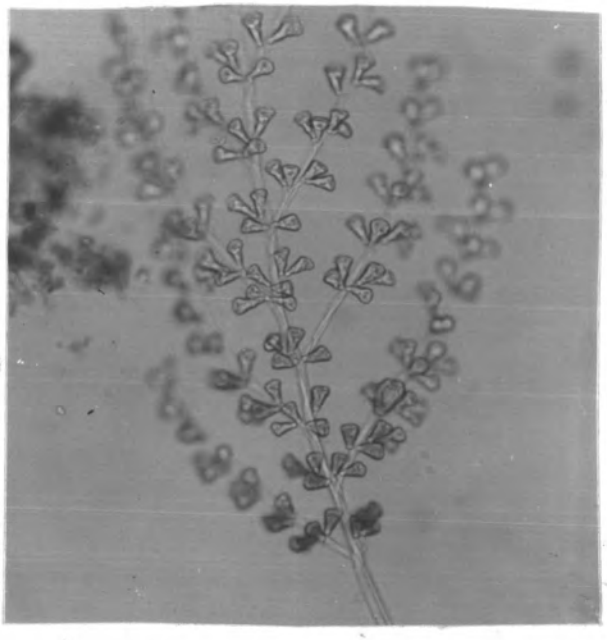


รูปที่ 10 ภาพถ่ายของซิลิโอสปอร์ที่ลงเกาะบนเปลือกไรน้ำเค็ม
กำลังขยาย 10 x 40

รูปที่ 11 ภาพถ่ายเซลของซูโอแทมเนียม หลังจากสร้างก้าน (Stalk) ให้ยาวขึ้น กำลังขยาย 10 x 40

รูปที่ 12 ภาพถ่ายเซลของซูโอแทมเนียม แบ่งออกเป็น 2 เซล กำลังขยาย 10 x 40

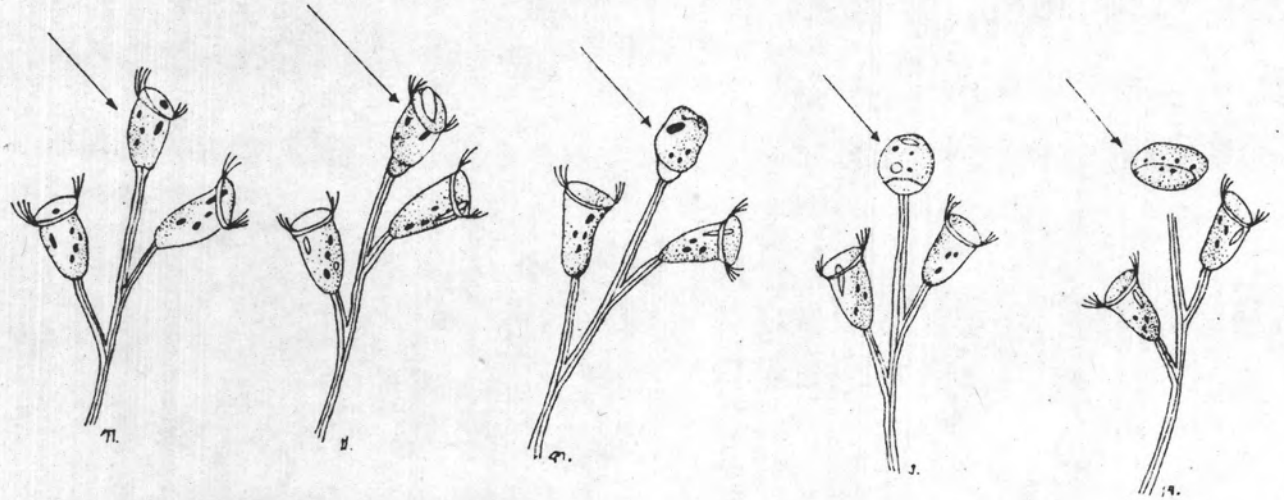
รูปที่ 13 ภาพถ่ายโคโลนีของซูโอแทมเนียม ที่เกาะบนระยางค์ส่วนหัวของกุ้ง กำลังขยาย 10 x 40



ห้องสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 14 (ก) ภาพถ่ายซูโอแทมเนียมทั้งโคโลนี กำลังขาย 10 x 10

รูปที่ 14 (ข) ภาพถ่ายซูโอแทมเนียมที่มี 7 เซล ใน 1 โคโลนี
กำลังขยาย 10 x 40



รูปที่ ๑๖ การเปลี่ยนรูปของ nutritive zooid เป็น ซิลโซสปอรัง

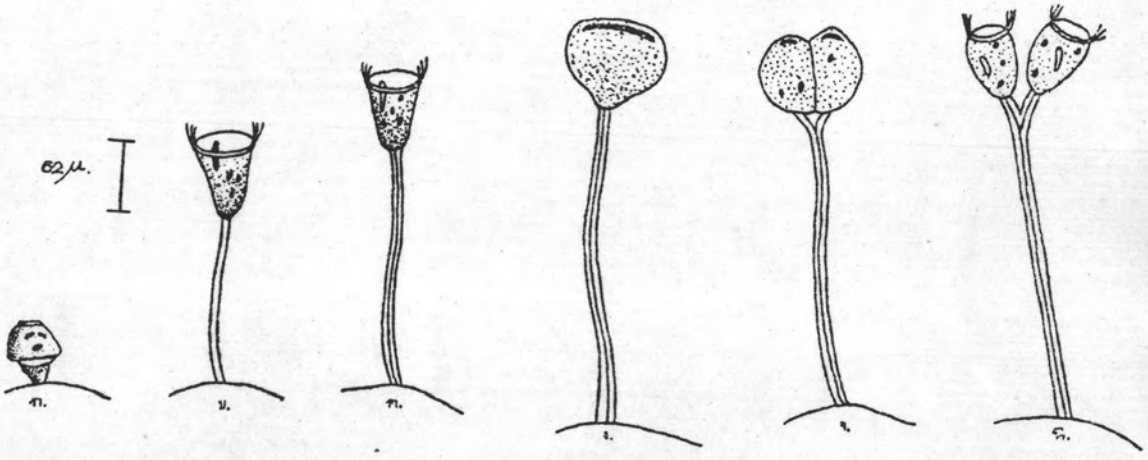
ก. เซล ที่จะเปลี่ยนเป็น ซิลโซสปอรัง

ข. ส่วนท้ายของ เซล เริ่มหดสั้นเข้า

ค. เป็น ซิลโซสปอรัง

ง. ซิลโซสปอรังพร้อมจะหลุดออกจาก โคโลนี

จ. ซิลโซสปอรัง หลุดออกจาก โคโลนี



ภูมิที่ 10 เทรอฟเกาของซิลิโอซัวไฮพ์ และการแย่ง ส่ม ของไทโคไอนีใหม่

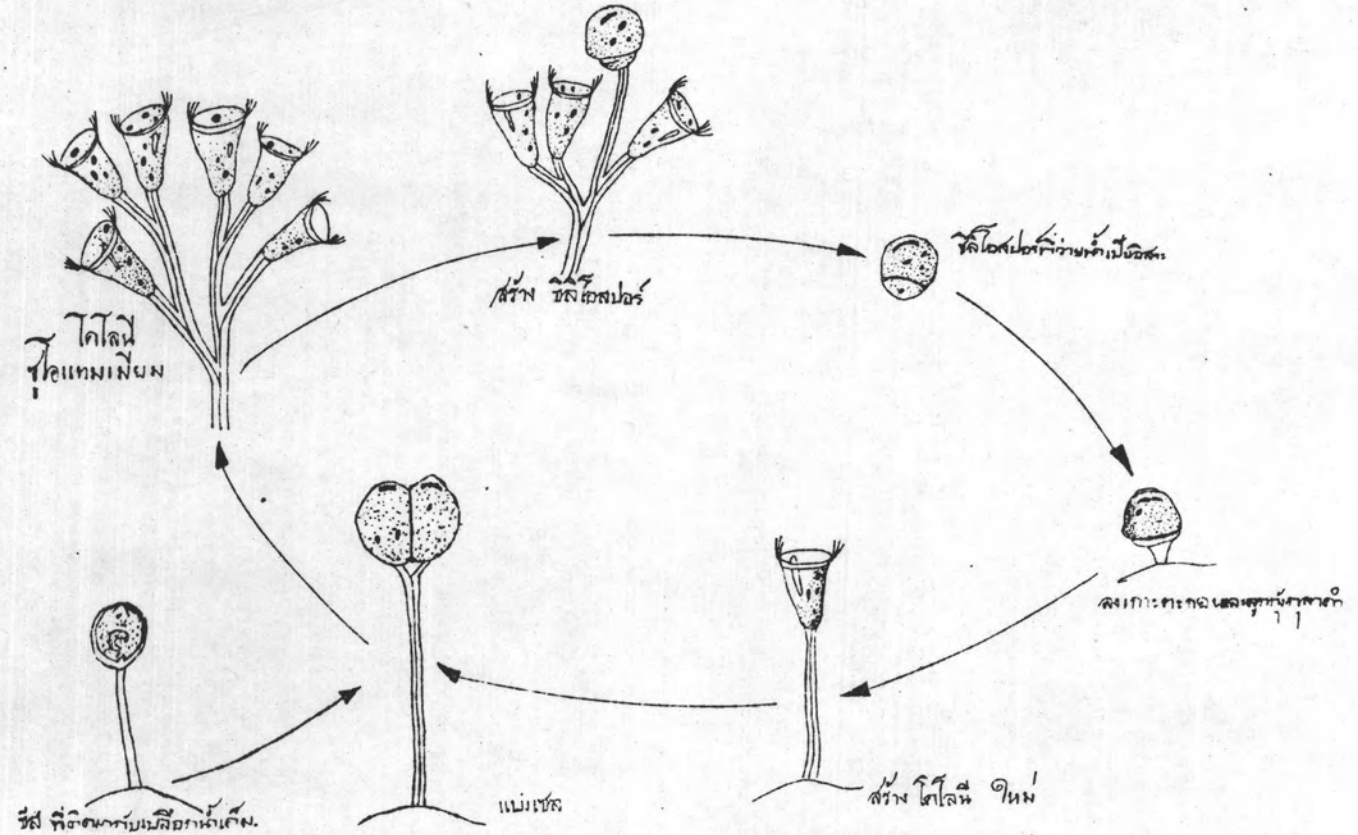
ก. ทิลิโอซัวไฮพ์ธรรมดา

ข.-ค. สริวก้าน < Stalk > และ Myoneme < Stalk - muscle >

ง. เซล ขยายใหญ่ขึ้น

จ. ลีเลี้ยนแกนแย่ง เซล ออกเป็น 2 ส่วน Myoneme แยกเป็น 2 เส้น

ฉ. เซล ที่แบ่งได้เริ่มแยกออกเป็น 2 ส่วน



รูปที่ 17 วงชีวิตของซูโอแทมเนียมในน่องเพาะลูกอ๊อดกลางดำ

2. การเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อมในบ่อเพาะลูกกุ้งกุลาดำขณะศึกษาวงชีวิตของซูโอแทมเนียม

2.1 การเปลี่ยนแปลงไนเตรท ไนไตรท และแอมโมเนีย

ปริมาณของไนเตรท ไนไตรท และแอมโมเนีย ในบ่อเพาะลูกกุ้งกุลาดำเปลี่ยนแปลงตลอดเวลาที่ทำการทดลอง ซึ่งค่าปริมาณไนเตรทอยู่ในช่วง 0.06 – 1.10 µg-at/l. ปริมาณไนไตรทอยู่ในช่วง 0.01 – 0.10 µg-at/l ต่อลิตร และค่าปริมาณแอมโมเนียอยู่ในช่วง 0.0015 – 0.56 µg-at/l. ดังตารางที่ 2

2.2 การเปลี่ยนแปลงปริมาณออกซิเจน อุณหภูมิ ความเป็นกรด– ด่าง และความเค็ม

ปริมาณของออกซิเจนที่ละลายอยู่ในบ่อเพาะลูกกุ้งกุลาดำทั้ง 4 บ่อ เปลี่ยนแปลงอยู่ในช่วงระหว่าง 6.25 – 6.7 มิลลิลิตรต่อลิตร ดังตารางที่ 2

อุณหภูมิในน้ำในบ่อเพาะลูกกุ้งกุลาดำเปลี่ยนแปลงอยู่ในช่วง 24.5 – 30.0 องศาเซลเซียส ดังตารางที่ 2

ความเป็นกรด – ด่าง ของน้ำในบ่อเพาะลูกกุ้งกุลาดำเปลี่ยนแปลงอยู่ในช่วง 7.47 – 8.70 ดังตารางที่ 2

ค่าความเค็มในบ่อเพาะลูกกุ้งกุลาดำทั้ง 4 บ่อ ไม่มีการเปลี่ยนแปลงตลอดการทดลองศึกษา คือ มีค่าเท่ากับ 32 ส่วนในล้าน ดังตารางที่ 2

2.3 การเปลี่ยนแปลงจำนวนโคโลนีของซูโอแทมเนียม

ก่อนใส่ไข่กุ้งลงในบ่อเพาะลูกกุ้งไม่พบซูโอแทมเนียมในบ่อเลย หลังจากที่ใส่ไข่กุ้งลงไปในบ่อเพาะลูกกุ้งตรวจพบซูโอแทมเนียมเกาะติดไขมันที่ติดมากับไข่กุ้ง (ในบ่อที่ 2, 3) นอกจากนี้เมื่อให้โรติเฟอร์เป็นอาหารแก่ลูกกุ้งพบซูโอแทมเนียมเกาะ

ตารางที่ 2 การเปลี่ยนแปลง อุณหภูมิ ความเป็นกรด – ด่าง ความเค็ม ออกซิเจน ไนเตรท ไนไตรท แอมโมเนีย และซูโอแทมเนียม ในบ่อเพาะลูกกุ้งกุลาดำ

วันที่	ระยะกุ้ง	อุณหภูมิ °C	ความเป็นกรด–ด่าง pH	ความเค็ม ppt.	ออกซิเจน ml/l	ไนเตรท µg-at/l	ไนไตรท µg-at/l	แอมโมเนีย µg-at/l	ซูโอแทม–เนียม colony
1	ก่อนเริ่มไข่	30.0	7.9	32	6.25	0.06	0.01	0.0015	1.5×10^4
2		29.25	8.66	32	6.28	–	–	–	1.5×10^4
3	N_1	27.0	8.70	32	6.28	–	–	–	0.25×10^5
4	N_2	27.38	8.50	32	6.33	–	–	–	2.33×10^5
5	Z_1	27.0	8.29	32	6.48	–	–	–	0.48×10^5
6	Z_2	27.75	8.21	32	6.35	–	–	–	0.53×10^5
7	Z_3	27.75	8.09	32	6.55	–	–	–	1.43×10^5
8	Z_4	28.0	7.91	32	6.4	1.10	0.07	0.04	2.79×10^5
9	M_1	28.0	7.82	32	6.4	–	–	–	6.45×10^5
10	M_2	25.25	7.76	32	6.4	–	–	–	1.07×10^6
11	M_3	24.63	7.76	32	6.7	–	–	–	1.75×10^6
12	P_1	24.50	7.70	32	6.6	–	–	–	2.56×10^6
13	P_2	25.25	7.68	32	6.6	–	–	–	2.17×10^6
14	P_3	25.38	7.67	32	6.5	–	–	–	1.46×10^6
15	P_4	26.25	7.64	32	6.5	0.76	0.10	0.53	1.5×10^6
16	P_5	26.75	7.66	32	6.5	–	–	–	1.41×10^6
17	P_6	27.25	7.65	32	6.6	–	–	–	1.56×10^6
18	P_7	27.75	7.61	32	6.5	–	–	–	1.51×10^6
19	P_8	26.63	7.54	32	6.4	–	–	–	6.98×10^5
20	P_9	26.25	7.51	32	6.5	–	–	–	7.2×10^5
21	P_{10}	26.5	7.47	32	6.6	0.24	0.03	0.56	7.2×10^5

ตารางที่ 3 จำนวนซูโอแทมเนียมที่พบในบ่อเพาะลูกกุ้งกุลาดำในเวลา 21 วัน

วันที่	ระยะของลูกกุ้ง	จำนวนโคโลนีของซูโอแทมเนียมใน 1 บ่อเพาะลูกกุ้งกุลาดำ				หมายเหตุ
		เกาะตะกอน	เกาะเปลือกไรน้ำเค็ม	เกาะลูกกุ้ง	รวมทั้งหมด	
1	ก่อนเริ่มไข่	-	-	-	-	
2		1.5×10^4	-	-	1.5×10^4	
3	N_1	0.25×10^5	-	-	0.25×10^5	ให้Chaetoceros
4	N_2	2.33×10^5	-	-	2.33×10^5	เป็นอาหาร
5	Z_1	0.48×10^5	-	-	0.48×10^5	ให้Chaetoceros
6	Z_2	0.53×10^5	-	-	0.53×10^5	& Rotifer
7	Z_3	1.45×10^5	-	0.25×10^4	1.48×10^5	
8	Z_4	2.23×10^5	-	0.56×10^5	2.79×10^5	
9	M_1	2.95×10^5	-	3.5×10^5	6.05×10^5	ให้โรติเฟอร์
10	M_2	3.73×10^5	4×10^5	2.9×10^5	1.07×10^6	และไรน้ำเค็ม
11	M_3	5.35×10^5	3.73×10^5	8.4×10^5	1.75×10^6	
12	P_1	1.03×10^6	6.75×10^5	8.53×10^5	2.56×10^6	
13	P_2	1.03×10^6	7.18×10^5	4.25×10^5	2.17×10^6	ดูดตะกอน
14	P_3	0.76×10^6	4.83×10^5	2.20×10^5	1.46×10^6	ให้ไรน้ำเค็ม
15	P_4	0.91×10^6	4.85×10^5	1.05×10^5	1.5×10^6	และหอยแมลงภู่บด
16	P_5	8.73×10^5	5.35×10^5	-	1.41×10^6	ให้หอยแมลงภู่บด
17	P_6	8.85×10^5	6.7×10^5	-	1.56×10^6	
18	P_7	9.33×10^5	5.8×10^5	-	1.51×10^6	
19	P_8	5.55×10^5	1.43×10^5	-	6.98×10^5	ดูดตะกอน
20	P_9	5.7×10^5	1.5×10^5	-	7.2×10^5	
21	P_{10}	5.45×10^5	1.75×10^5	-	7.2×10^5	

ติดมากับปลอกโรติเฟอร์แต่มีปริมาณน้อยมาก จำนวนซูโอแทมเนียมจะเพิ่มมากขึ้นเมื่อให้ไรน้ำเค็มเป็นอาหารแก่ลูกกุ้ง พบทั้งเซลที่มีลักษณะเป็นแบบ nutritive zooid และแบบซิลิโอสปอร์ (ciliospore) ซึ่งเป็นการสืบพันธุ์แบบไม่ใช้เพศ ในขณะเดียวกันเมื่อบ่อเพาะลูกกุ้งกุลาดำสกปรกมากขึ้นได้ทำการดูดตะกอนหลังจากนั้นพบว่าซูโอแทมเนียมลดลง การศึกษาครั้งนี้พบซูโอแทมเนียมเกาะทั้งในตะกอนที่ก้นบ่อ เปลือกไรน้ำเค็ม และลูกกุ้งกุลาดำ ซึ่งการเกาะลูกกุ้งกุลาดำของซูโอแทมเนียมจะตรวจพบได้เมื่อลูกกุ้งเข้าสู่ลูกกุ้งวัยอ่อนระยะที่ 2 ขั้นที่ 3 (Pretozoea 3) และจะมีผลทำให้ลูกกุ้งในบ่อเพาะลูกกุ้งตายในลูกกุ้งวัยอ่อนระยะที่ 3 ขั้นที่ 3 และลูกกุ้งวัยอ่อนระยะที่ 4 ขั้นที่ 1 (Mysis 3 และ Poste larva 1) ดังตารางที่ 2 และ 3

3. ผลการศึกษาความสัมพันธ์ของซูโอแทมเนียมกับลูกกุ้งกุลาดำ

ผลการทดลองความสัมพันธ์ของซูโอแทมเนียมกับลูกกุ้งกุลาดำทำการทดลอง 4 ซ้ำ ตรวจผลการทดลองในเวลาต่างกัน 6 ระดับ คือ ในเวลา 12, 24, 36, 48, 60 และ 72 ชั่วโมง ตามลำดับ พบว่าจำนวนลูกกุ้งกุลาดำที่ถูกซูโอแทมเนียมเกาะในเวลาต่างกันจะมีจำนวนต่างกันด้วย ดังตารางที่ 4

จากการวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance) แบบสุ่มตลอด (Completely Random Design; CRD) จำนวนของลูกกุ้งกุลาดำที่ถูกซูโอแทมเนียมเกาะในเวลาต่างกัน 6 ระดับ ช่วงเวลาแสดงให้เห็นว่าลูกกุ้งกุลาดำที่ถูกซูโอแทมเนียมเกาะในเวลาต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติและเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของจำนวนลูกกุ้งกุลาดำที่ถูกซูโอแทมเนียมเกาะในเวลาต่างกันโดยใช้ Newman-keuls test จากการวิเคราะห์ปรากฏว่าจำนวนการเกาะของซูโอแทมเนียมในลูกกุ้งกุลาดำในเวลา 12, 60 และ 72 ชั่วโมง จะให้ผลแตกต่างไปจากเวลา 24, 36 และ 48 ชั่วโมง โดยเฉพาะในเวลา 36 ชั่วโมง ปรากฏว่าให้ผลแตกต่างกับเวลาอื่น ๆ มาก ในช่วงเวลา 36 ชั่วโมง นี้พบโคโลนีของซูโอแทมเนียมเกาะลูกกุ้งมากที่สุด

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4 จำนวนโคโลนี (คิดเป็นเปอร์เซนต์) ของซูโอแทมเนียมที่เกาะตามส่วนต่าง ๆ ของลูกกุ้งกุลาดำและจำนวนลูกกุ้งกุลาดำที่ถูกเกาะ

เวลา (ชั่วโมง)	ตำแหน่งที่ซูโอแทมเนียมเกาะลูกกุ้ง	จำนวนลูกกุ้งที่ถูกซูโอ–แทมเนียมเกาะ (%)	โคโลนีของซูโอแทมเนียมที่เกาะลูกกุ้ง (%)
12	หัว	10	0.87
24	ระยางค์ หัว อก ขาว่ายน้ำ หาง และลำตัว	40	11.31
36	ระยางค์ หัว อก ขาว่ายน้ำ หาง และลำตัว	50	30.45
48	ระยางค์ หัว อก ขาว่ายน้ำ หาง และลำตัว	50	53.07
60	หัว	20	4.35
72	–	0	0

จากการทดลองครั้งนี้พบว่าซูโอแทมเนียมเกาะในส่วน หัว ลำตัว หาง และระยางค์อก ของลูกกุ้งกุลาดำเป็นส่วนมาก โดยพบจำนวนโคโลนีของซูโอแทมเนียมที่เกาะลูกกุ้งมีประมาณ 1 – 32 โคโลนี ถ้าซูโอแทมเนียมเกาะลูกกุ้งกุลาดำเป็นจำนวนมากจะทำให้ลูกกุ้งตายได้ เซลของซูโอแทมเนียมที่พบในแต่ละโคโลนีที่เกาะลูกกุ้งกุลาดำมีประมาณ 1 – 4 เซล เมื่อทำการตรวจในลูกกุ้งที่ตายปรากฏว่าซูโอแทมเนียมมีโคโลนีถึง 17 – 32 โคโลนี

4. ผลการศึกษาวิธีการป้องกัน กำจัด และควบคุมซูโอแทมเนียม

ผลการศึกษาวิธีการป้องกัน **กำจัด** ซูโอแทมเนียม โดยใช้สารเคมี 3 ชนิด คือ พอร์มาลิน โปตัสเซียมเปอร์มังกาเนต และคอปเปอร์ซัลเฟต ที่ความเข้มข้นระดับต่าง ๆ กัน และผลการศึกษาการควบคุมซูโอแทมเนียม โดยใช้แสงสว่างและความร้อนจากแสงแดด

4.1 ผลการวัดความเป็นพิษของพอร์มาลิน โปตัสเซียมเปอร์มังกาเนต และคอปเปอร์ซัลเฟต

ผลการวัดค่าความเป็นพิษของพอร์มาลิน โปตัสเซียมเปอร์มังกาเนต และคอปเปอร์ซัลเฟต ที่มีต่อลูกกุ้งกุลาดำ ดังตารางที่

ระดับเริ่มเป็นพิษของฟอร์มาลินเท่ากับ 35 ส่วนในน้ำล้านส่วน, ระดับเริ่มเป็นพิษของโปตัสเซียมเปอร์มังกาเนตเท่ากับ 1.05 ส่วนในน้ำล้านส่วน และระดับเริ่มเป็นพิษของคอปเปอร์ซัลเฟตเท่ากับ 3.45 ส่วนในน้ำล้านส่วน รูปที่ 18, 19

ระดับความปลอดภัยของพอร์มาลิน 96 hr - LC_{50} เท่ากับ 0.7 – 1.75 ส่วนในน้ำล้านส่วน, ระดับความปลอดภัยของโปตัสเซียมเปอร์มังกาเนต 96 hr - LC_{50} เท่ากับ 0.02 – 0.05 ส่วนในน้ำล้านส่วน และระดับความปลอดภัยของคอปเปอร์ซัลเฟต 96 hr - LC_{50} เท่ากับ 0.05 – 0.12 ส่วนในน้ำล้านส่วน

4.2 ผลการใช้สารเคมีป้องกันการเกาะของซูโอแทมเนียมในลูกกุ้งกุลาดำ

4.2.1 การใช้สารเคมีแช่ลูกกุ้งกุลาดำก่อนที่จะได้รับเชื้อซูโอแทมเนียม

โดยใช้สารเคมี 3 ชนิด คือ ฟอร์มาลิน โปตัสเซียมเปอร์-มังกาเนต และคอปเปอร์ซัลเฟต ในระดับความเข้มข้นต่างกันในเวลา 24 ชั่วโมง

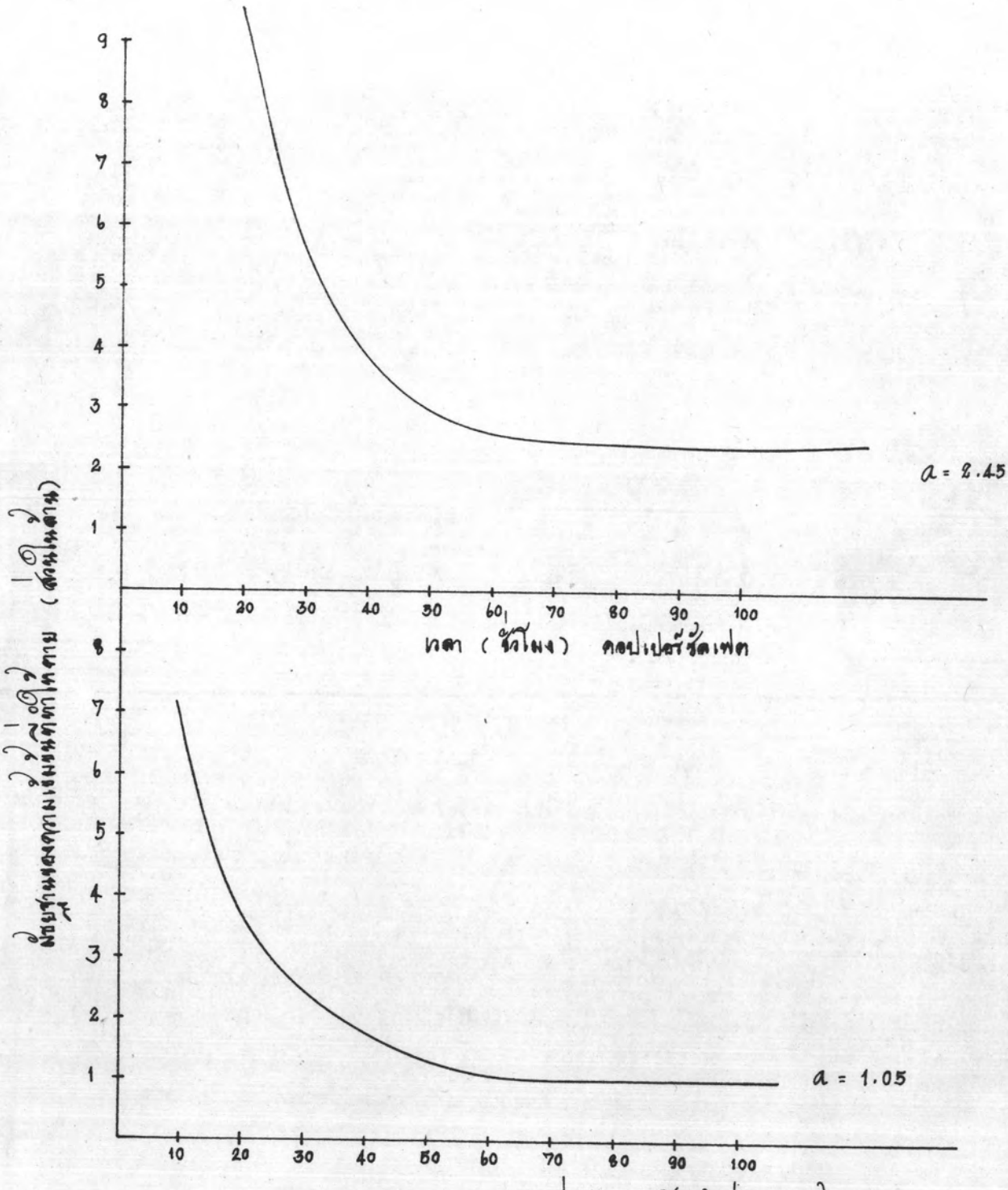
– การใช้ฟอร์มาลินป้องกันการเกาะของซูโอแทมเนียม

โดยใช้ความเข้มข้นระดับต่างกัน คือ 0, 25, 30, 35 และ 40 ส่วนในน้ำล้านส่วน ตามลำดับ พบว่าฟอร์มาลินที่มีระดับความเข้มข้นเพิ่มขึ้น จะมีลูกกุ้งกุลาดำที่มีซูโอแทมเนียมเกาะลดลง จากการทดสอบทางสถิติพบว่าในฟอร์มาลินระดับความเข้มข้นต่างกันจะมีจำนวนลูกกุ้งกุลาดำที่มีซูโอแทมเนียมเกาะแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และเมื่อทำการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยจำนวนลูกกุ้งกุลาดำที่ถูกซูโอ-แทมเนียมเกาะในฟอร์มาลินที่มีระดับความเข้มข้นต่างกันโดย Newman-keuls test ปรากฏว่าฟอร์มาลินที่ระดับความเข้มข้น 35 และ 40 ส่วนในน้ำล้านส่วน จะให้ผลป้องกันการเกาะของซูโอแทมเนียมได้ดีกว่าฟอร์มาลินที่มีความเข้มข้นระดับอื่น ๆ

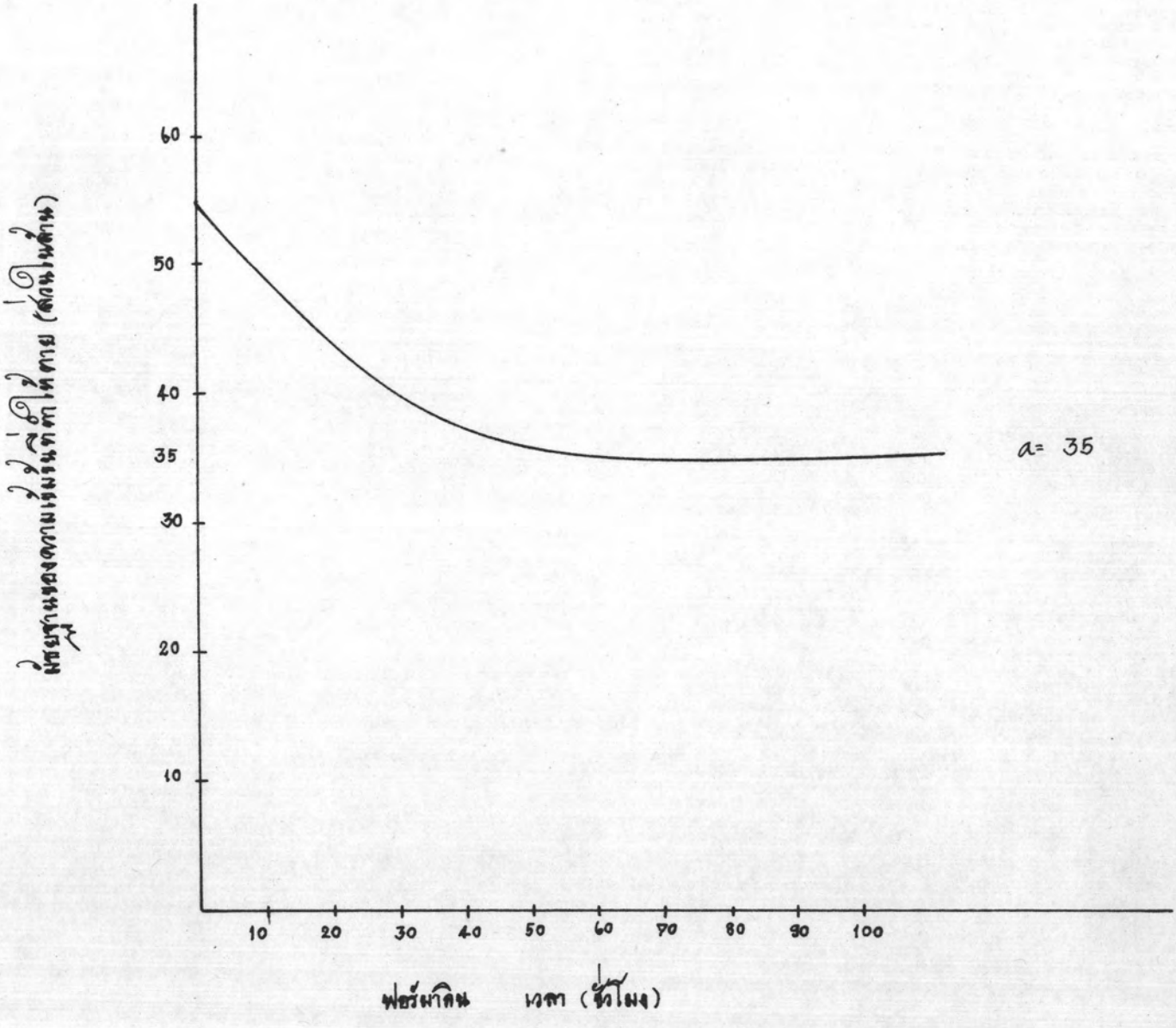
– การใช้โปตัสเซียมเปอร์มังกาเนตป้องกันการเกาะของซูโอแทมเนียม

โดยใช้โปตัสเซียมเปอร์มังกาเนตที่มีระดับความเข้มข้นต่างกัน คือ 0, 2.4, 2.6, 2.8 และ 2.9 ส่วนในน้ำล้านส่วน ปรากฏว่าเมื่อโปตัสเซียมเปอร์มังกาเนตมีความเข้มข้นเพิ่มขึ้นลูกกุ้งกุลาดำจะมีซูโอแทมเนียมเกาะลดลง

จากการทดสอบทางสถิติพบว่าในโปตัสเซียมเปอร์มังกาเนตที่มีระดับความเข้มข้นต่าง ๆ กัน จำนวนลูกกุ้งกุลาดำที่ถูกซูโอแทมเนียมเกาะแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และเมื่อทำการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยจำนวนลูกกุ้งกุลาดำที่ถูกซูโอแทมเนียมเกาะ โดย Newman-keuls test ปรากฏว่าโปตัสเซียมเปอร์มังกาเนตที่มีระดับความเข้มข้น 2.8 และ 2.9 ส่วนในน้ำล้านส่วน จะให้ผลในการป้องกันการเกาะของซูโอแทมเนียมได้ดีกว่าความเข้มข้นระดับอื่น ๆ



รูปที่ 18 แสดงระดับริมเป็นพิษของโปตัสเซียมเปอร์แมงกาเนตและคอปเปอร์ซัลเฟต



รูปที่ 19 แสดงระดับเริ่มเป็นพิษของฟอร์มาลิน

– การใช้คอปเปอร์ซัลเฟตป้องกันการเกาะของซูโอแทมเนียม

โดยใช้คอปเปอร์ซัลเฟตที่มีระดับความเข้มข้นต่าง ๆ กัน คือ 0, 6.0, 6.5, 7.0 และ 7.5 ส่วนในน้ำล้านส่วน ปรากฏว่าเมื่อความเข้มข้นเพิ่มขึ้นจะมีลูกกุ้งกุลาดำที่มีซูโอแทมเนียมเกาะลดลง

จากการทดสอบทางสถิติพบว่าคอปเปอร์ซัลเฟตในระดับความเข้มข้นต่าง ๆ กัน จำนวนลูกกุ้งที่ถูกซูโอแทมเนียมเกาะจะแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อทำการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของจำนวนลูกกุ้งกุลาดำที่ถูกซูโอแทมเนียมเกาะในคอปเปอร์ซัลเฟตที่ระดับความเข้มข้นแตกต่างกัน คือ Newman-keuls test พบว่าที่ระดับความเข้มข้น 7.0 และ 7.5 ส่วนในน้ำล้านส่วน จะให้ผลในการป้องกันการเกาะของซูโอแทม–เนียมได้ดีกว่าความเข้มข้นระดับอื่น ๆ

เมื่อทำการเปรียบเทียบสารเคมีต่างชนิดกันในระดับความเข้มข้นที่สามารถป้องกันการเกาะของซูโอแทมเนียมในระดับเดียวกันดังตารางที่ 27 ถึงตารางที่ 32 พบว่าสารเคมีทุกชนิดทุกระดับความเข้มข้นจะให้ผลในการป้องกันซูโอแทมเนียมเกาะลูกกุ้งกุลาดำมีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกลุ่มควบคุม แต่จะไม่แตกต่างกัน

4.2.2 ผลการใช้ฟอร์มาลินกำจัดซูโอแทมเนียมออกจากเปลือกและตัวอ่อนไรน้ำเค็ม

ผลการใช้ฟอร์มาลินที่มีระดับความเข้มข้น 40 ส่วนในน้ำล้านส่วน แช่ตัวอ่อนไรน้ำเค็มเป็นเวลา 12 ชั่วโมง ก่อนที่จะให้เป็นอาหารแก่ลูกกุ้งกุลาดำ ปรากฏว่าสามารถกำจัดซูโอแทมเนียมออกจากเปลือกไรน้ำเค็มและตัวอ่อนไรน้ำเค็มได้หมด

ตารางที่ 5 ผลการวิเคราะห์ความเป็นพิษของฟอร์มาลิน โปตัสเซียมเปอร์มังกาเนต และคอปเปอร์ซัลเฟต

เวลา (ชั่วโมง)		มัธยฐาน ส่วนในล้าน	พังค์ชั่น ความเอียง	ช่วงแห่งความเชื่อมั่นที่ 95%	X^2	ชั้นแห่งความเป็นอิสระ
ฟอร์มาลิน	18	45.00	1.52	43.31–47.34	1.32	3
	24	43.00	1.80	41.62–44.84	0.44	4
	48	40.20	1.78	38.95–41.92	0.95	5
	60	35.00	2.08	33.84–36.59	2.70	5
	72	35.00	1.94	33.94–36.43	1.94	5
	96	35.00	1.94	33.94–36.43	1.94	5
$KMnO_4$	18	4.50	2.46	4.14– 5.01	2.33	4
	24	2.90	2.22	2.79– 3.04	2.18	4
	48	1.60	2.11	1.54– 1.67	1.90	4
	60	1.05	2.62	1.00– 1.11	0.32	6
	72	1.05	2.62	1.00– 1.11	1.04	6
	96	1.05	2.62	1.00– 1.11	1.04	6
$CuSO_4$	18	10.00	1.75	9.69–10.41	0.38	4
	24	7.50	1.78	7.20– 7.82	2.21	5
	48	3.00	2.08	2.85– 3.20	0.06	5
	60	2.45	2.23	2.31– 2.63	0.15	6
	72	2.45	2.21	2.27– 2.69	0.52	2
	96	2.40	1.93	2.05– 2.28	0.34	3

4.3 ผลการใช้ฟอร์มาลิน โปตัสเซียมเปอร์มังกาเนต และคอปเปอร์ซัลเฟต กำจัดซูโอแทมเนียม

4.3.1 การใช้ฟอร์มาลินกำจัดซูโอแทมเนียมออกจากลูกกุ้งกุลาดำ

ผลการใช้ฟอร์มาลินที่มีระดับความเข้มข้น 25, 30, 35 และ 40 ส่วนในน้ำล้านส่วน กำจัดซูโอแทมเนียมออกจากลูกกุ้งกุลาดำโดยใช้แช่ในเวลา 6, 12 และ 24 ชั่วโมง ปรากฏว่าในเวลาต่างกันและระดับความเข้มข้นต่างกันจะให้ผลในการกำจัดซูโอแทมเนียมออกจากลูกกุ้งกุลาดำต่างกันด้วย ในเวลา 24 ชั่วโมง ฟอร์มาลินที่ระดับความเข้มข้น 30 และ 40 ส่วนในน้ำล้านส่วน สามารถกำจัดซูโอแทมเนียมออกจากลูกกุ้งได้หมด 100%

จากการทดสอบทางสถิติพบว่าในระดับความเข้มข้นของฟอร์มาลินต่างกัน หรือเวลาต่างกันจะให้ผลในการกำจัดซูโอแทมเนียมออกจากลูกกุ้งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ นอกจากนี้ยังพบว่าระดับความเข้มข้นและเวลามีอิทธิพลร่วมกันในการกำจัดซูโอแทมเนียมออกจากลูกกุ้ง

4.3.2 การใช้โปตัสเซียมเปอร์มังกาเนตกำจัดซูโอแทมเนียมออกจากลูกกุ้งกุลาดำ

ผลจากใช้โปตัสเซียมเปอร์มังกาเนตที่มีระดับความเข้มข้น 2.4, 2.6, 2.8 และ 2.9 ส่วนในน้ำล้านส่วน กำจัดซูโอแทมเนียมออกจากลูกกุ้งกุลาดำโดยใช้แช่ในเวลา 6, 12 และ 24 ชั่วโมง ปรากฏว่าในเวลาต่างกันและระดับความเข้มข้นต่างกันจะให้ผลในการกำจัดซูโอแทมเนียมออกจากลูกกุ้งกุลาดำต่างกันด้วย พบว่าในเวลา 24 ชั่วโมง โปตัสเซียมเปอร์มังกาเนตที่ระดับความเข้มข้น 2.9 ส่วนในน้ำล้านส่วน สามารถกำจัดซูโอแทมเนียมออกจากลูกกุ้งกุลาดำได้หมด 100%

จากการทดสอบทางสถิติพบว่าในระดับความเข้มข้นของโปตัสเซียมเปอร์มังกาเนตต่างกันหรือเวลาต่างกันจะให้ผลในการกำจัดซูโอแทมเนียมออกจากลูกกุ้งกุลาดำแตก

ต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และพบว่าความเข้มข้นและเวลามีอิทธิพลร่วมกันในการกำจัดซูโอแทมเนียมออกจากลูกกุ้งกุลาดำ

4.3.3 การใช้คอปเปอร์ซัลเฟตกำจัดซูโอแทมเนียมออกจากลูกกุ้งกุลาดำ

ผลการใช้คอปเปอร์ซัลเฟตที่มีระดับความเข้มข้น 6.0, 6.5, 7.0 และ 7.5 ส่วนในน้ำล้านส่วน กำจัดซูโอแทมเนียมออกจากลูกกุ้งกุลาดำ โดยใช้แช่ในเวลา 6, 12 และ 24 ชั่วโมง ปรากฏว่าในเวลาต่างกันและระดับความเข้มข้นต่างกันจะให้ผลในการกำจัดซูโอแทมเนียมออกจากลูกกุ้งกุลาดำต่างกันด้วย พบว่าในเวลา 24 ชั่วโมง คอปเปอร์ซัลเฟตที่ระดับความเข้มข้น 7.0 และ 7.5 ส่วนในน้ำล้านส่วน สามารถกำจัดซูโอแทมเนียมออกจากลูกกุ้งได้หมด 100%

จากการทดสอบทางสถิติ พบว่าในระดับความเข้มข้นของคอปเปอร์ซัลเฟตต่างกันหรือเวลาต่างกันจะให้ผลในการกำจัดซูโอแทมเนียมออกจากลูกกุ้งกุลาดำได้แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และพบว่าความเข้มข้นและเวลามีอิทธิพลร่วมกันในการกำจัดซูโอแทมเนียมออกจากลูกกุ้งกุลาดำ

เมื่อทำการทดสอบทางสถิติโดยการเปรียบเทียบสารเคมีต่างชนิดกันในเวลา 6, 12 และ 24 ชั่วโมง พบว่าสารเคมีต่างชนิดกันในเวลาต่างกันจะให้ผลในการกำจัดซูโอแทมเนียมออกจากลูกกุ้งได้แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติทุกชนิดของสารเคมีและเวลาต่างกัน

4.4 ผลการควบคุมโดยสภาพธรรมชาติโดยใช้ความร้อนและแสงสว่างจากแสงแดด

ทำการวัดอุณหภูมิในถังทดลองที่นำไปตั้งไว้กลางแดดเท่ากับ 32 องศาเซลเซียส ความเข้มของแสงเท่ากับ 2,500 ลักซ์

อุณหภูมิในถังทดลองที่นำไปตั้งไว้ในโรงเพาะพักเท่ากับ 27 องศาเซลเซียส ความเข้มข้นของแสงเท่ากับ 1,000 ลักซ์

ผลปรากฏว่าลูกกุ้งในถังทดลองทั้งที่ตั้งไว้กลางแดดและตั้งไว้ในโรงเพาะพักมีซูโอแทมเนียมเกาะมีค่าไม่แตกต่างกัน

เมื่อทำการทดสอบทางสถิติของจำนวนลูกกุ้งที่ถูกซูโอแทมเนียมเกาะในถังที่ตั้งไว้ในโรงเพาะพักและถังที่ตั้งไว้ในกลางแดดจะให้ผลไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%